

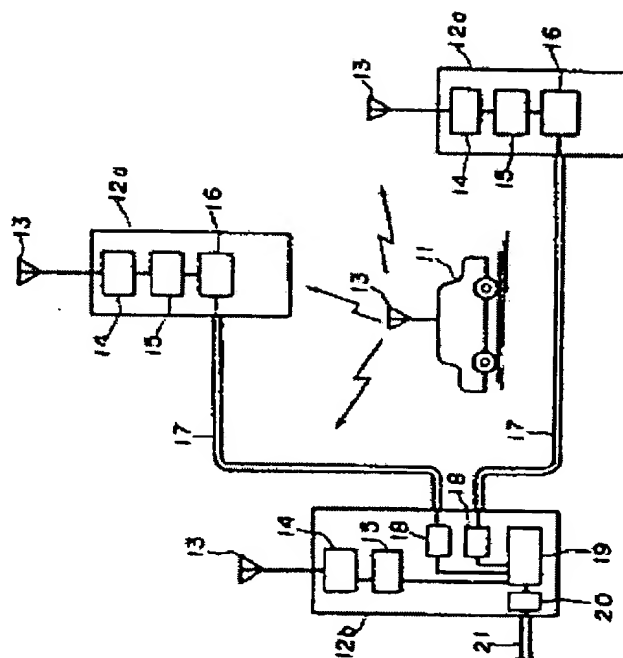
# MOBILE RADIO SPACE DIVERSITY SYSTEM USING OPTICAL FIBER

**Patent number:** JP55143854  
**Publication date:** 1980-11-10  
**Inventor:** NAKAJIMA NOBUO; others: 02  
**Applicant:** NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
**Classification:**  
 - international: H04B9/00  
 - european:  
**Application number:** JP19790051934 19790426  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP55143854

**PURPOSE:** To make space diversity of the mobile radio system possible by constituting the transmission line between plural base stations and line control base stations by optical fibers and by modulating the light by the carrier frequency or the intermediate frequency and transmitting the light.

**CONSTITUTION:** The signal from antenna 13 of mobile station 11 is acquired by antennas of radio base station 12a and line control radio base station 12b. The signal acquired by base station 12a is amplified in 14 and is subjected to frequency conversion in 15 and becomes an intermediate frequency signal and is sent to light modulator 16. Light modulator 16 modulates the light by the sent signal and transmits the light signal to base station 12b through optical fiber transmission line 17. Base station 12b demodulates the signal from transmission line 17 by light demodulator 18 into an intermediate frequency signal, and this signal and the intermediate signal, which is acquired from the antenna and is subjected to frequency conversion in 15, are synthesized with the same phase by synthesizing circuit 19. The signal synthesized by circuit 19 is demodulated in 20 and is sent to sound circuit 21. Since receiving signals from respective base stations are synthesized in the intermediate frequency band with the same phase, frequency of level lowering dependent upon fading is reduced.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭55—143854

⑥ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 04 B 9/00

識別記号 庁内整理番号  
7929—5K

⑬ 公開 昭和55年(1980)11月10日

発明の数 1  
審査請求 有

(全 6 頁)

⑭ 光ファイバを用いた移動無線スペースダイバーシタ方式

① 特 願 昭54—51934  
② 出 願 昭54(1979)4月26日  
③ 発 明 者 中嶋信生  
横須賀市武1丁目2356番地日本  
電信電話公社横須賀電気通信研  
究所内

④ 発 明 者 木下耕太  
横須賀市武1丁目2356番地日本  
電信電話公社横須賀電気通信研  
究所内  
⑤ 発 明 者 鮫島秀一  
東京都千代田区内幸町1丁目1  
番6号日本電信電話公社内  
⑥ 出 願 人 日本電信電話公社  
⑦ 代 理 人 弁理士 志賀正武

明 細 書

1. 発明の名称

光ファイバを用いた移動無線スペースダイバーシタ方式

2. 特許請求の範囲

移動無線方式において、複数の基地局がある移動局との間で授受した信号を更に回線制御を行う基地局との間で相互に伝送し合う際に、前記複数の基地局と回線制御を行う基地局との間の伝送路を光ファイバで構成し、光を伝送波周波数または中間周波数の段階にある信号で変調すると共にこの変調した信号を前記光ファイバを通して伝送し、伝送された複数の信号によりダイバーシタを行うようにしたことを特徴とする光ファイバを用いた移動無線スペースダイバーシタ方式。

3. 発明の詳細な説明

この発明は光ファイバを用いた移動無線スペースダイバーシタ方式に関する。

移動無線方式における電波の伝搬状態は、例え

ば第1図に示すように、移動局1または基地局2のアンテナ3から送出された電波が建物4、4等で反射されるため、この電波が様々な振幅で、かつ様々な位相で各アンテナ3に到来する。したがってこのような電波の伝搬状態においては、受信した信号に第2図に示すようにフェージングによるレベル変動が生じており、伝送品質が著しく劣化している。また移動無線方式においては、送受信局が固定されている通信方式と異なってフェージングの状態が移動局の移動に伴って刻々と変化し、通話の了解度が著しく悪くなる。

ところで従来の移動無線方式においては、伝送品質を常にあるレベル以上に保つという条件から、送信電力の大きさと各無線基地局間の間隔が規定されている。しかしながら要求される送信電力は、例えば現在の日本国内の自動車電話方式において基地局で25W、移動局で5Wとかなり大きい値となっており、技術的にも経済性の面でも低出力化が強く望まれ、特に携帯電話方式において移動局の低出力化が最重要課題の一つとなっている。

(1)

(2)

また基地局を増すことも経済性が悪くなることや基地局間回線網の複雑化を招くという欠点がある。

しかして上記の問題に対処する有効な手段としてスペースダイバーシタ技術がある。周知のようにスペースダイバーシタは、それぞれ異なる無線基地局に設けた複数のアンテナを用いて送信あるいは受信を行う方式であり、フェージングの状況が場所によって異なることを利用して信号の伝達状態の劣化を救済する方式である。すなわち異なる2地点間における受信レベル特性は、例えば第3図に示すように、受信レベル $a$ 、 $b$ の極小値が重なることは少ない。したがって複数のアンテナを用いて送信あるいは受信を行った場合には、1つのアンテナの場合に比べてフェージングによって生じる伝送特性の劣化の頻度を著しく少くすることができる。このスペースダイバーシタ方式には、各アンテナからの信号を搬送波の位相を同相にして加算する合成法、各アンテナからの信号のうち最も信号レベルの高いものをスイッチにより選択する選択法、受信中のあるアンテナの受信レ

(3)

レベルを用いていることである。最も改善効果の大きい合成ダイバーシタを行う場合には、信号を搬送波周波数あるいは中間周波数の段階で周間伝送しなければならない。したがってこれまでの技術では移動無線方式において合成ダイバーシタを行うことは実際上不可能であった。

この発明は上記の事情に鑑み、移動無線方式において、複数の基地局と回線制御を行う基地局との間の伝送路を光ファイバで構成し、これにより移動無線方式においてスペースダイバーシタをなし得るようにしたものである。

以下、この発明の実施例を第5図ないし第7図を参照して説明する。

第5図は移動局から送出した信号を基地局で受信する場合の実施例を示すものであって、この図において符号11は移動局、12a、12aは無線基地局、12bは回線制御を行う（通常の送受信も行う）無線基地局、13、13、13はアンテナ、14、14、14は増幅器、15、15、15は周波数変換器、16、16は光変調器、17、

(4)

特開昭55-143854(2)  
レベルが規定値以下になったとき他のアンテナに切り替える切替法の3つがあるが（送信におけるダイバーシタ方式では送信側でフェージングの状態が分からないため受信側から送信側へフェージング情報を送るようにする）、このうち最も改善効果の大きいものは合成法である。第4図はM個のアンテナを用いた合成ダイバーシタのフェージング確率を示すものである。この図においてM=1の場合は、単一アンテナの場合であってダイバーシタを行わない場合である。例えば図においてフェージング確率0.5%以下、すなわち信頼性の95.5%以上とすると、M=2とダイバーシタなしとでは8.N比にして約15dB以上の差があることが分かる。このように第4図からダイバーシタ方式においては伝送品質が著しく改善されることが分かる。

ところで、上記のダイバーシタ技術を現在の移動無線方式に適用しようとする場合、1つの大きな問題がある。それは、無線基地局間を結ぶ伝送路が高周波を伝送することができない音声回線(電

(4)

17は伝送路、18、18は光復調器、19は合成回路、20は復調器、21は音声回線である。上記の構成からなる信号経路において、無線基地局12a、12aと無線基地局12bとを結ぶ前記伝送路17、17は、光ファイバによって構成されたものである。

しかしてこの発明による移動無線スペースダイバーシタ方式は、上記の信号経路において次のように行われる。すなわち移動局11のアンテナ13から送出された信号は、無線基地局12a、12a、12bのアンテナ13、13、13で捕捉される。無線基地局12a、12aのアンテナ13、13で捕捉された信号は、各々増幅器14、14で増幅されたのち周波数変換器15、15において中間周波信号に変換され、光変調器16、16に送られる。光変調器16、16は、前記中間周波信号で光を変調し、得られた光信号を光ファイバで構成された伝送路17、17を通して回線制御を行う無線基地局12bに送る。無線基地局12bに送られた光信号は、光復調器18、18におい

(4)

て再び中間周波信号に変換され、合成回路19に送られる。また無線基地局12bのアンテナ13で捕捉された信号も、増幅器14で増幅されたのち周波数変換器15において中間周波信号に変換され、そして合成回路19に送られる。合成回路19に送られた各中間周波信号は、この回路において同相で合成され、その出力が復調器20で復調されたのち電話局に接続された音声回線21へ送られる。

第6図は、上記合成回路19の具体的な構成の一例を示すものである。この図において符号22, 22, 22は可変増幅器、23, 23, 23は移相器、24は合成器である。可変増幅器22, 22, 22は最大比ダイバーシタに用いられ、合成法のSN比が最大になるようにその利得が調整される。なお位相合成ダイバーシタには最大比ダイバーシタと等利得ダイバーシタとがあり、等利得ダイバーシタにおいてはこの可変利得増幅器22, 22, 22が不要である。この場合改善効果は最大比ダイバーシタの方が高い。複数の基地局から回線制

(7)

間の距離は通常2~10kmの範囲にある。そして移動無線方式においては、中間周波数が通常10MHzから70MHz程度の値となっている。このような条件をもとに移動無線方式に従来技術を用いようとすると同軸回路が考えられるが、伝送損失が10MHzで約30dB/kmと大きく、周波数が高くなれば損失は更に大きくなるため適当ではない。これに対し光ファイバは、グレーデッドインデックス形で70MHzの信号でも損失が2~5dB/kmと極めて小さく、従って基地局間の中間周波伝送に非常に有効な手段である。更にシングルモードファイバを用いれば、800MHzあるいはそれ以上の搬送周波数も直接伝送できるため、回路の構成を更に簡素化させることができる。かくしてスペースダイバーシタによる効果は、例えば第4図の説明で既に述べたようにフェージング確率を0.5%以下とすると2基地局で同時受信した場合で送信出力に換算して約15dB改善される。このことは移動局の送信出力がダイバーシタを行なわない場合の約30分の1で良いことに

(8)

特開昭55-143854(3)

即を行う基地局へ集められた信号は、伝送路の長さや移動局の位置等の違いで必ずしも同相となっているとは限らない。したがって各信号を加算するためには移相器23, 23, 23が必要となる。しかしてこれらの移相器23, 23, 23は、複数の回線の相対的な位相を常に監視しながら互いに同相となるよう信号の位相を制御するものである。各位相器23, 23, 23から合成器24に入力された信号は、これらが同相となっているため電圧和で加算される。一方雑音成分は相対位相がランダムであるため、電力和で加算され、したがってその合成振幅が電圧和より小さい。このため合成後の信号はSN比が改善される。勿論フェージングの影響による受信レベル低下の頻度も少なくすることができる。

以上のようにこの発明においては、移動無線方式において無線基地局12a, 12aと無線基地局12bとの間の伝送路17, 17を光ファイバで構成することによりダイバーシタを行うものである。すなわち移動無線方式における無線基地局

(9)

なる。特に携帯電話方式の場合には消費電力の点でその効果は極めて大きい。

第7図は第5図に示す移動局11と無線基地局12a, 12a, 12bとにおいて、無線基地局12a, 12a, 12bから送出した信号を移動局11で受信する場合の実施例を示すものであり、この図において符号25は変調器、26は搬送波発振器、27は分岐回路、28, 28は光変調器、29, 29は光復調器、30, 30, 30は増幅器である。なおこの図の参照符号で第5図と同一のものは同一構成要素を示す。

上記の信号経路においては、音声回線21から無線基地局12bに送られた信号が、無線基地局12bの変調器25において、搬送波発振器26から与えられる搬送波を空変して無線信号に変換される。この無線信号は、分岐回路27で分岐され、光変調器28, 28で光信号に変換されたのち光ファイバで構成された伝送路17, 17を通過して基地局12a, 12aに送られる。この場合分岐回路29で分岐された信号の一つは、基地局

(10)

12bにおいて増幅器30で増幅され、アンテナ13から送出される。なお上記の分岐回路27の構成は、第6図に示す合成回路19を逆に構成したものである。基地局12a、12bに送られた光信号は、各々光復調器29、29においてもとの無線信号に復調され、更に増幅器30、30で増幅されたのちアンテナ13、13から送信される。かくして移動局11は、前記の信号をダイバース方式によって受信することができる。この実施例においては、信号を搬送波周波数の段階で各無線基地局へ分配しているの、個々の基地局からの送信波周波数の周知がとれている。したがってこの実施例においても、第5図に示す実施例と同様に改変効果の最も大きい合成ダイバースを行うことができる。なお分岐回路27における移相器の調整は、移動局11のアンテナ13で各無線基地局からの搬送波が同相になるように行われなければならない。これは移動局11から各無線基地局へ送信する信号中にフェージングの情報を組み込むことで達成される。

02

イベ伝送を移動無線方式における基地局間の伝送に用いることにより、受信および送信の合成ダイバースが初めて可能になり、その効果として、伝送品質の向上、送信出力の低減、基地局数の節減が実現できる。

また周波数オフセット複局同時送信方式における無線基地局間の相対周波数差を安定して保つこともできる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は移動無線方式における電波伝搬特性を示した図、第2図は移動局の移動に伴う受信レベルの変化、即ちフェージングの状態を示した図、第3図は異なった地点における受信レベル特性を示した図、第4図は合成ダイバースのフェージング低減を示す図、第5図はこの発明の一実施例を示す図であって、移動局から基地局へ送信する場合のダイバースの信号経路図、第6図は第5図に示す合成回路の具体的構成例を示す図、第7図はこの発明の他の実施例を示す図であって、基地局から移動局へ送信する場合のダイバースの

03

特開昭55-143854(4)

この発明は上記の各実施例に限られることなく、現在の移動無線スペースダイバース方式のなかの周波数オフセット複局同時送信方式に適用しても大きな効果がある。すなわち、用途は回線制御信号用で、移動局がある無線基地局の制御ゾーンから他の無線基地局の制御ゾーンに移る場合に制御信号が適切にならないようにするためのものである。この送信方式では無線基地局によって送信搬送波波長が僅かに異なっている。その差は数100Hzのオーダーである。従ってこの差をある規定値以内に抑えるためには、各基地局の発振器を極めて安定にしなければならず、これまでは高度な技術が必要であった。しかし、無線基地局間を光ファイバで信号伝送できるようにすれば、その問題も同時に解決できる。即ち回線制御局から各無線基地局へ基準信号を光ファイバで伝送し、各無線基地局ではこの信号を基準に搬送波周波数を決めれば、無線基地局間の相対周波数差は安定したものとなる。

以上説明したようにこの発明によれば、光ファイ

03

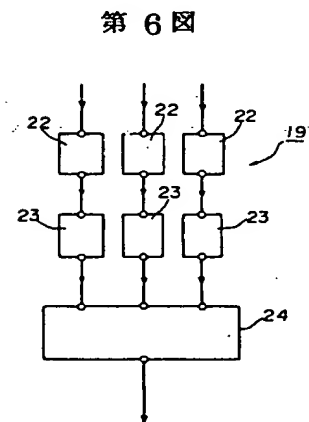
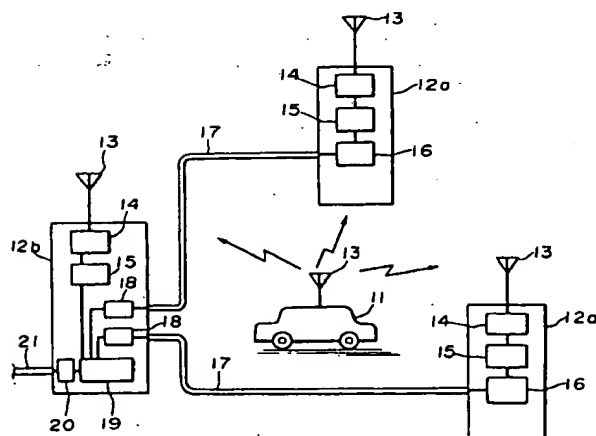
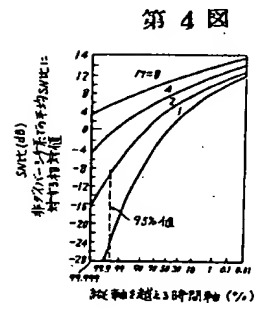
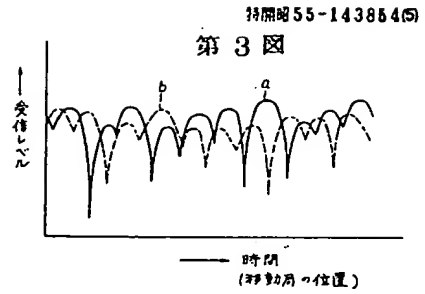
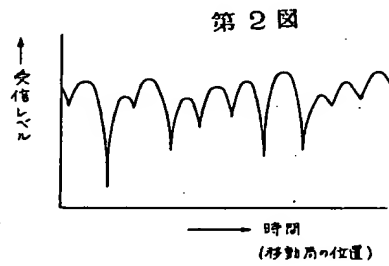
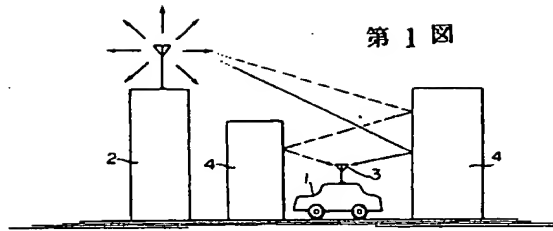
信号経路図である。

11・・・移動局、12a、12b・・・基地局、  
17・・・伝送路（光ファイバ）。

出願人 日本電信電話公社

代理人 弁理士 志賀正武

04



特開昭 55-143854(6)

第 7 図

